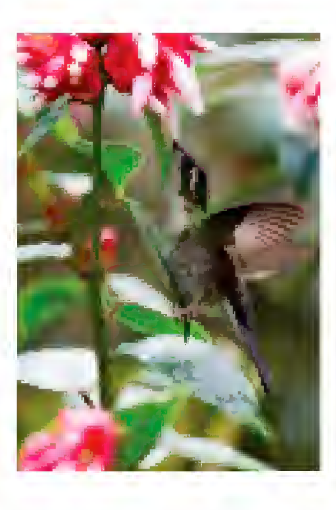



FRUTOS MESOAMERICANOS BREVE HISTORIA DE SABORES Y SINSABORES.
PÁG: 6



UNA AVENTURA EN EL NÉCTAR DE LAS FLORES.
PÁG: 13



NÚM. 103 JULIO-AGOSTO DE 2012 ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

## MICROALGAS

En los últimos años se han logrado avances importantes en la utilización de las microalgas para diversos fines como salud humana, cosmetología, purificación de aguas residuales, prevención de contaminación acuática, industria farmacéutica, acuicultura, producción de pigmentos y antibióticos, entre otros. Se han reportado aproximadamente 493 especies que podrían ser utilizadas como alternativas de alimentación para el hombre y otros animales. En países como Alemania, Perú, India, Japón y México, han registrado que algunas especies de microalgas son un excelente complemento alimenticio para el hombre. Por ejemplo, las harinas de *Spirulina* y *Scenedesmus* se caracterizan por su alto valor proteico y sin efectos tóxicos. Además, como alimento para larvas de organismos acuáticos resaltan *Chaetoceros* y *Thalassiosira* (Fig. 1), por su interés comercial *Dunaliella* para la producción de biodiesel y probablemente algunas especies con importancia en salud pública como *Gymnodinium* causante de algunas mareas rojas. A continuación se presentan algunas alternativas para la utilización de las microalgas.

# La importancia de LAS MICROALGAS

ALEJANDRA MEDINA JASSO*, PABLO PIÑA VALDEZ*, MARIO NIEVES SOTO*, JUAN FRANCISCO ARZOLA GONZÁLEZ* Y MARTIN GUERRERO IBARRA*

Cultivos de microalgas a diferentes densidades en condiciones de laboratorio.

Foto: © I. Zazueta Patron.

## Microalgas en la acuicultura

Para el crecimiento y desarrollo de la mayoría de las etapas larvales de diversos organismos acuáticos, las microalgas se han considerado importantes; al igual que para otras especies diminutas (copépodos, rotíferos y *Artemia*), larvas de moluscos gasterópodos (caracoles) y bivalvos (almejas, mejillones, ostiones y callos de hacha), camarones (blanco, azul y café), ranas (toro), peces marinos (pargos, botetes) y dulceacuícolas (carpas, tilapias y de ornato).

Hoy en día se ha considerado un éxito en nuestro país el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Debido al interés comercial que despierta –principalmente por la domesticación en cautiverio (granjas)–, se han obtenido juveniles en laboratorios de producción masiva para su distribución en las diferentes granjas camaronícolas, ubicadas en la zonas costeras del Pacífico, Caribe y golfos de México y California. Otro ejemplo es el cultivo de tilapias (*Oreochromis* spp.), cuya producción y comercialización se han incrementado sobre todo en áreas aledañas a ríos o arroyos y en algunos casos en zonas costeras; incluso, en el estado de Sinaloa diversas instituciones de investigación científica y productores locales están cultivando tilapias de agua dulce en condiciones marinas.

Estos éxitos en los cultivos están relacionados con una adecuada técnica de alimentación para obtención de las larvas a base de alimento vivo, que consiste en la producción de diferentes especies de microalgas y otros ejemplares diminutos; la demanda de esta producción toma en cuenta las primeras fases de desarrollo de los organismos en cultivo (Fig. 1). Se ha comprobado, además, que las microalgas verdes son ricas en carbohidratos y que las diatomeas contienen más lípidos, los cuales son aprovechados por los organismos en cultivo.

Los productores han considerado los alimentos artificiales como un complemento, no como un sustituto de los alimentos vivos utilizados en la producción de larvas, y reconocen que el uso adecuado de las microalgas incrementa la supervivencia, desarrollo y crecimiento de las larvas de moluscos, crustáceos, ranas y peces, principalmente.

## Microalgas en biocombustibles

La tendencia mundial es reducir al máximo el uso de combustibles fósiles y reemplazarlos por biocombustibles que sean renovables, que no contaminen y que resulten de carbono neutro. En la actualidad, los biocombustibles en los cuales se ha invertido el mayor

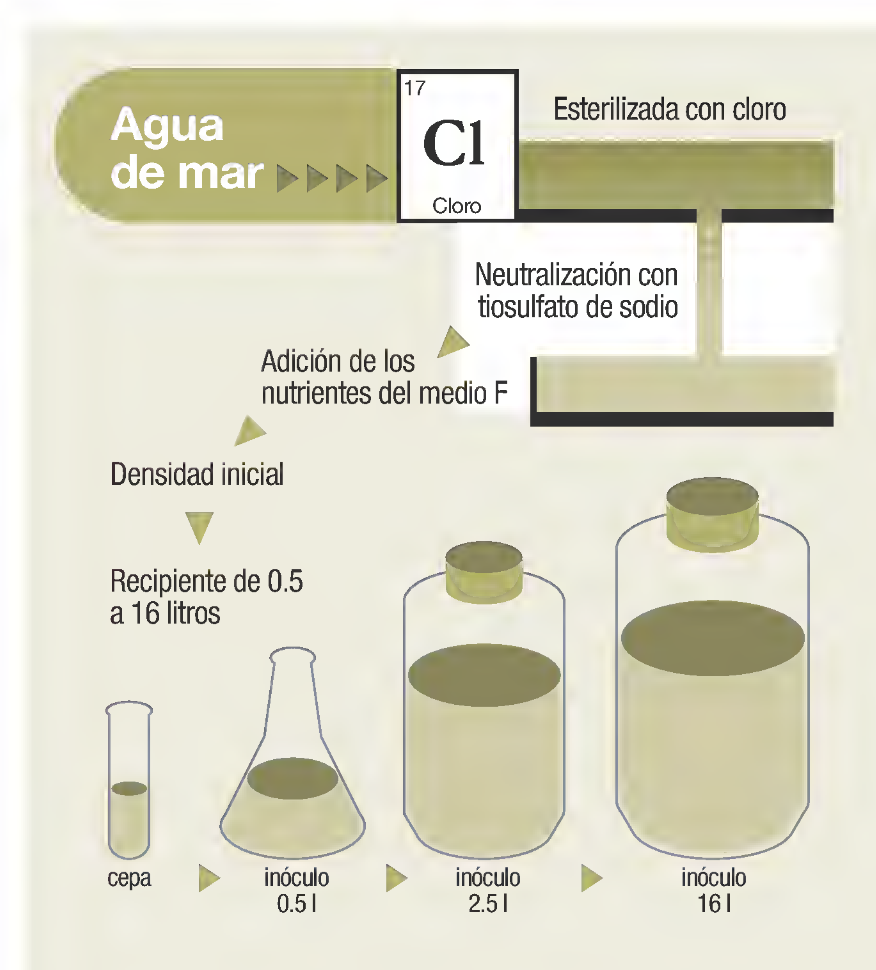



Fig. 1. Diagrama general de producción de microalgas.

esfuerzo son el etanol, extraído de caña de azúcar y del maíz, y el biodiesel, que se obtiene a partir de aceite de soya, girasol y canola.

Las microalgas oleaginosas –dinofíceas y clorofíceas– son consideradas como fuente de biocombustibles y contribuyen en el ambiente ecológico de manera importante para la fijación de bióxido de carbono ($CO_2$). Pueden ser utilizadas para producir una amplia gama de combustibles como bioetanol, biodiesel y biometano,[1] debido a que almacenan la energía química en forma de aceites como lípidos o triglicéridos; posteriormente su biomasa sería transformada en biodiesel. Se han reportado alrededor de 30 especies de microalgas de origen marino o dulceacuícola que podrían ser utilizadas para la extracción de biocombustibles por su capacidad de almacenar lípidos en sus células.[2]

Existen diversos estudios que describen la importancia y las ventajas de la utilización de las microalgas en cultivo para la obtención de biodiesel en comparación con los grupos mencionados. Desde un punto de vista práctico, la producción de microalgas es sencilla, no requiere de mucho cuidado y en determinadas condiciones se puede emplear el agua inadecuada para el consumo humano. La figura 2 muestra el diagrama general de la producción de biodiesel a partir de microalgas.[3]

Selección de microalgas y sitio
luz agua $CO_2$ nutrientes
Cultivo de microalgas
cultivo reciclado
Cosecha
Biomasa procesada (deshidratación, filtrado, secado)
nutrientes reciclados
Extracción de aceite (destrucción de la célula y extracción del aceite)
lípidos y ácidos grasos libres
Producción de biodiesel

Fig. 2. Diagrama para evaluación de biodiesel en microalgas.

**Microalgas en contaminación**

El fitoplancton (microalgas) es considerado el mayor indicativo de alerta temprana en las características ecológicas de los cuerpos de agua (esteros, estanques, charcas, riachuelos), provocados principalmente por productos químicos. Es la base de las cadenas alimenticias acuáticas y se caracteriza por responder de manera rápida y previsible ante diversos agentes contaminantes. Su sensibilidad ante las variaciones en los niveles de nutrientes podría ser catalogada como un indicador de eutrofización (enriquecimiento de nutrientes inorgánicos: nitrógeno y fósforo) en los sistemas acuáticos.[4] Las diatomeas han sido utilizadas para diagnosticar los cambios rápidos en el ambiente debido a que responden de inmediato a los cambios químicos, físicos y biológicos que se producen en su entorno acuático.[5]

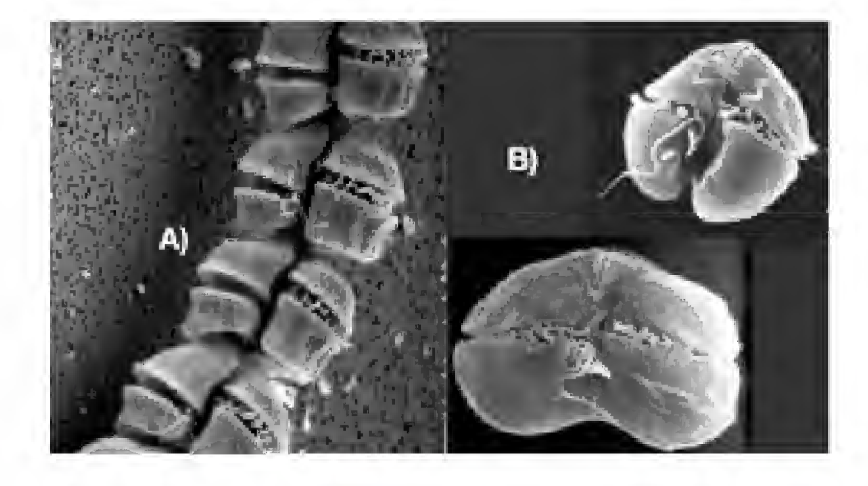
Otro de los usos de las microalgas como indicadores de contaminación es la determinación y evaluación de sustancias químicas potencialmente tóxicas; por ejemplo, han sido empleadas para diagnosticar concentraciones significativas de petróleo mediante ensayos en ecosistemas acuáticos, que han evidenciado disminuciones en el contenido de clorofila y en el número de células de las microalgas.[6] Esto corrobora que existen muchas microalgas que podrían ser empleadas para determinar el impacto que provocan ciertas sustancias químicas en el ambiente acuático y evaluar la toxicidad de sustancias que se incorporan al mercado y que son autorizadas por las instituciones responsables de salud y ecología.



Especie de diatomea (*Navicola* spp.) para diagnosticar efectos en un ambiente acuático.

## Microalgas en mareas rojas

Las mareas rojas se caracterizan por un incremento poblacional de microorganismos fitoplanctónicos, que se presentan de manera cíclica. Existen diferentes términos para describir a las mareas rojas.[7] En ocasiones y dependiendo de la dominancia de especies, pueden ser tóxicas y los florecimientos del fitoplancton son producidos principalmente por varias microalgas de las cuales sobresalen las dinoflagelas por la diversidad de especies involucradas. La mayoría conforma el plancton (organismos diminutos de la superficie acuática), aunque algunas especies son de hábitos bentónicos (sustrato). En México se han determinado tres especies de microalgas (*Gymnodinium catenatum*, *Gymnodinium breve* y *Pyrooinium bahamense* var *compressum*) relacionadas con situaciones de envenenamiento y mortalidad de peces.[8] Sin embargo, existen muchas especies de las que se desconoce su toxicidad o que en ocasiones han pasado inadvertidas, aunque en otros países las han registrado como tóxicas. En las costas mexicanas se han identificado aproximadamente 157 especies asociadas con mareas rojas, aunque no todas son dominantes; sólo algunas se han evidenciado como dominantes, pero no con envenenamientos. Del total de las especies, una tercera parte podría ser potencialmente tóxica.[8]



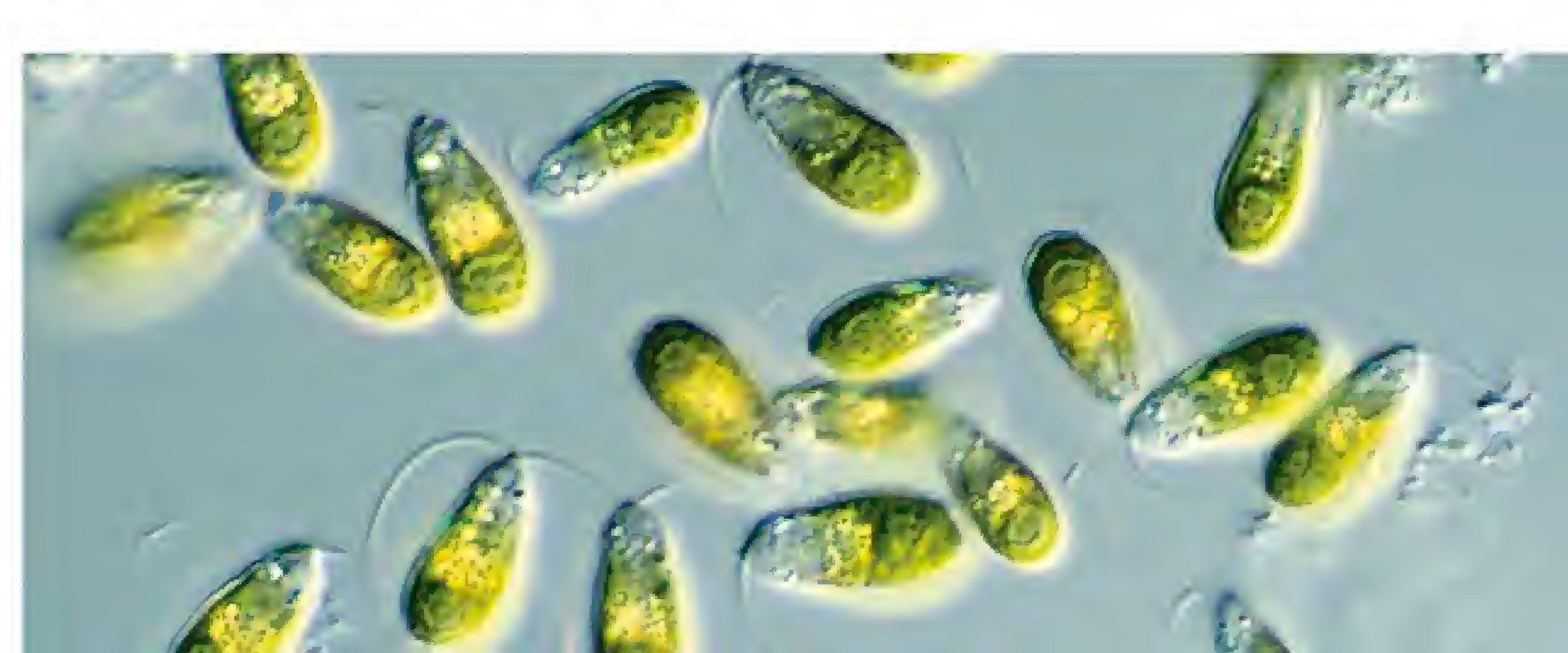

Especies de microalgas A) *Gymnodinium catenatum* y B) *Gymnodinium breve* causantes de mareas rojas.
Foto: © Y. Fukuyo

## Microalgas en productividad acuática

La productividad se define como la producción de materia orgánica o biomasa en una determinada área por unidad de tiempo. Por ello es importante determinar la capacidad de producir materia en un área (estanque, encierros o tapos; estos últimos son encierros para cultivos de organismos acuáticos y pueden ser de concreto o rústicos), de lo contrario provocaría graves problemas a los organismos en el sistema acuático. La productividad primaria la producen las plantas verdes por su capacidad fotosintética o los organismos autótrofos como las microalgas –a partir de sales minerales, dióxido de carbono y agua–, que utilizan como base la energía solar.

La productividad natural puede ser mejorada y superada con técnicas de cultivo intensivo. Así, el empleo de insumos en forma de fertilizantes o de alimentos complementarios eleva la productividad natural a niveles muy altos, pero cuando la aplicación de las dosis no es la adecuada generalmente provoca daños a la flora y fauna acuática. Por ejemplo, la utilización de pesticidas para cultivos agrícolas aledaños a los sistemas acuáticos podría resultar en algunos casos no degradable o de difícil degradación, y dependiendo de la cantidad podría originar una mortalidad masiva en los organismos acuáticos. Algunos investigadores[9] han registrado la presencia de algunos pesticidas en órganos y tejidos de moluscos, camarones y peces en cultivos extensivos (tapos), que pueden ocasionar en ciertos casos daños a la salud humana.

En un cultivo de organismos acuáticos como camarón, tilapia y carpas es necesario vigilar continuamente la cantidad de microalgas que conforman la productividad, pues por su alta capacidad de reproducirse en presencia de la luz solar y su ciclo de vida corto –que dan como resultado una desintegración excesiva– podrían alterar las condiciones del agua y crear condiciones favorables para la proliferación de





Granja de microalgas para producción de antioxidantes en Hawai.

infinidad de organismos oportunistas (protozoarios y bacterias), que dañarían a los organismos en cultivo.

Por lo anterior, el Laboratorio de Ecofisiología de Organismos Acuáticos y Cultivos de Apoyo de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa cuenta un área destinada para la conservación y mantenimiento de un cepario formado por diferentes especies de microalgas marinas y dulceacuícolas. Éstas se proporcionan sin fines de lucro para la producción masiva de microalgas a los laboratorios comerciales de postlarvas de camarón blanco y otras especies acuáticas de interés, como caballitos de mar y pulgas de agua, ubicados principalmente en la zona costera del noroeste de México. También suministra cepas (especies) de microalgas a instituciones de educación media y superior de la región, con fines de investigación, y al acuario del municipio de Mazatlán.

#### Bibliografía


[1] Loera, Q.M., y E.J. Olguín. 2010. "Las microalgas oleaginosas como fuente de biodiesel: retos y oportunidades", en *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal* 1:91-116.

[2] Ahmad, A.L., N.H. Mat, C.J. Derek y J.K. Lim. 2011. "Microalgae as a Sustainable Energy Source for Biodiesel Production: A Review", en *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15:584-593.

[3] Mata, T.M., A.A. Martins y N.S. Caetano. 2010. "Microalgae for Biodiesel Production and Other Applications: A Review", en *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14:217-232.

[4] Gómez, L.L., y C.Z. Ramírez. 2004. "Microalgas como biomonitores de contaminación", en *Revista Cubana de Química* 16:34-48.

[5] López, F.F., y D.A. Siqueiros. 2011. "Diatomeas como indicadores de la calidad ecológica de los oasis de Baja California Sur, México", en *Biodiversitas* 99:8-11.

[6] Aguayo, S., J. Roset, I. de la Torre, M.L. Cuéllar y M.J. Muñoz. 2000. "Miniaturized Ecotoxicity Assay with *Chlorella vulgaris* Using Differents Endpoints", en *Revista de Toxicología* 17:41-45.

[7] Ochoa, J.L., E. Nuñez y J. Saad. 2003. "Diferentes términos utilizados para describir a las mareas rojas", en *Revista de Biología Tropical* 51:621-628.

[8] Cortés, A.R. 1998. *Las mareas rojas*. México, agt Editor.

[9] Galindo, R.G. (2011). "Contaminación en almejas y ostiones de la zona costera del centro de Sinaloa, sus riesgos en la salud humana y un método sencillo para mejorar la inocuidad de estos moluscos", en *Industria Acuícola* 7: 32-36.



* Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa; farzola@uas.edu.mx



# FRUTOS MESOAMERICANOS
## BREVE HISTORIA DE SABORES Y SINSABORES

ROLDAN GONZÁLEZ BASULTO*
Y SILVIA DEL AMO RODRÍGUEZ HERNÁN*

Piña, *Ananas comosus*
Ilustración de 1880-1883.
Ilustración. © Francisco Manuel Blanco.

**Antecedentes en Mesoamérica**

En tiempos prehispánicos había en América dos regiones de agricultura avanzada: Mesoamérica con un área nuclear en México-Guatemala, y los Andes, cuyo núcleo se encontraba al sur de Perú. Aunque no puede establecerse con seguridad cuántas especies se cultivaban antes de 1492, se estiman entre 250 y 300. No sólo la agricultura estaba más avanzada en esas dos regiones, sino también la industria, el comercio y las comunicaciones. En ellas la producción agrícola se caracterizaba por el alto número de plantas cul-



Zapote cabello, *Licania platypus*
Ilustración de 1899.

Ilustración: © Francisco Manuel Blanco.

| Cuadro 1. Frutales asociados a la agricultura tradicional de los mayas de las tierras bajas que tienen actualmente poblaciones o ancestros silvestres dentro del área. | | |
|---|---|---|
| **Familia botánica** | **Nombre científico** | **Nombre común** |
| Anacardiaceae | *Spondias mombin* L. | ciruela |
| | *Spondias purpurea* L. | ciruela |
| Arecaceae | *Acrocomia mexicana* Karw. ex Mart. | cocoyol |
| | *Sabal mexicana* Martius | xa`an |
| | *Sabal japa* C. Wright ex H.H. Bartlett | huano |
| Bignoniaceae | *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem | pepino kat |
| Boraginaceae | *Cordia dodecandra* A. DC. | ciricote |
| Bromeliaceae | *Bromelia pingüin* L. | piñuela |
| Cactaceae | *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton+Rose | pitahaya |
| Caricaceae | *Carica papaya* L. | papaya |
| | *Jacaratia mexicana* A. DC. | bonete |
| Ebenaceae | *Diospyrus digyna* Jacq | zapote negro |
| Malphigiaceae | *Byrsonima bucidifolia* Standl. | grosella |
| | *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth | nance |
| | *Malpighia glabra* L. | usté |
| Myrtaceae | *Psidium guajava* L. | guayaba |
| Rutaceae | *Casimiroa tetrameria* Millsp. | yuy |
| Sapindaceae | *Talisia olivaeformis* (Kunth) Radlk. | guaya |
| Sapotaceae | *Manilkara sapota* (L.) P. Royen | chicozapote |
| | *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni | k`nisté |

Fuente: Modificado de Colunga *et al.* (2003).

tivadas, el reducido número de animales domésticos, el desarrollo del riego, la conservación del suelo, las herramientas adaptadas al trabajo del campo y una tecnología para la conservación de alimentos mucho más avanzada que la que existía en Europa.[1]

Cuando llegaron los españoles a Mesoamérica, los grupos humanos que la habitaban aprovechaban sus recursos naturales basándose en estrategias de uso y manejo diversificado.[2]

Así, crearon una serie de unidades de aprovechamiento y producción, como la milpa y el solar. También había magníficos jardines prehispánicos (Tenochtitlán, Texcoco, Tepetzingo, Chapultepec, Iztapalapa, Coyoacán, Xochimilco y Oaxtepec) propiedad de gobernantes, en los cuales se cultivaban diferentes plantas alimenticias, ornamentales y medicinales, además de hortalizas y árboles frutales.[3, 4]

Los europeos observaron que las culturas mesoamericanas cultivaban y aprovechaban una gran diversidad de plantas de su entorno, ejemplo de esto es que en el *Códice Florentino* se citan 724 especies.[5] Por su parte, los mayas aprovechaban entre 300-500 especies de plantas.[2]



Zapote chico,
*Manilkara zapota*
Ilustración de 1880-1883.

Ilustración: © Francisco Manuel Blanco

Respecto a las frutas, se considera que se consumían alrededor de 138 especies nativas de la región mesoamericana, las cuales se agrupan en 33 familias botánicas, las más importantes (por el número de especies que presentan) son: Myrtaceae 19, Sapotaceae 14, Cactaceae 11, Annonaceae 10 y Fabaceae 10, como se observa en la figura 1.[6, 7]

Los pueblos mesoamericanos realizaban intercambios de especies vegetales con otras regiones del continente desde épocas muy tempranas (3400 a.C.). Por ejemplo, la cultura maya seleccionó y cultivó especies frutales con amplia distribución en las selvas tropicales mesoamericanas (Cuadro 1). De modo que es muy posible que esas especies hayan sido seleccionadas por otras culturas, lo que sugiere que el germoplasma que cultivaban los mayas haya sido enriquecido desde etapas muy tempranas con introducciones de otras zonas.[6]

**Las frutas mesoamericanas y los españoles: la conquista gastronómica**

Para entender mejor la postura de los españoles hacia las frutas que encontraron a su llegada a tierras Americanas, es importante mencionar la concepción que éstos tenían de aquéllas. En España, había un prejuicio medieval contra las frutas, sobre todo hacia las de verano, porque en esa estación eran más frecuentes las disenterías; así se creía que consumidas en grandes cantidades serían laxantes.

Otra circunstancia que incrementó el rechazo hacia las frutas fue que éstas y todas las verduras eran alimentos preferidos de los moros y, por extensión, de los moriscos. En este sentido, el religioso e historiador valenciano Jaime Bleda, apasionado enemigo de aquellos, consignaba su extrañeza de que no recibieran daño alguno bebiendo agua después de consumir pepinos, berenjenas, hortalizas y frutas a las cuales eran muy afectos.[8]

En 1526 Carlos V visita Granada para verificar la causa de la muerte de muchos habitantes de esa comunidad. La conclusión la documentó su historiador personal: "fue muy abundante de pan y fruta, por cuya causa, y ser las aguas de Granada muy delgadas, murieron muchos".[9]

Los hábitos alimenticios y los prejuicios a ellos ligados son muy difíciles de desarraigar; por tanto, no es extraño que los susodichos rechazos se extendieran a las frutas americanas, en consecuencia, casi todas esas frutas, aún varias que actualmente se consideran excelentes desde todo punto de vista, suscitaron poco interés entre los españoles durante los primeros tres siglos desde el descubrimiento. Las guayabas, principalmente, fueron escarnecidas como indignas del paladar europeo, por ejemplo, unos frailes dominicos indicaron al conocerlas que hedían a chinche y que era abominación comerlas.

A mediados del siglo xvii, el jesuita y cronista español Bernabé Cobo resumía la opinión de sus contemporáneos así: "Todas las frutas que son naturales de este Nuevo Mundo tienen por propiedad, generalmente hablando, ser frías y húmedas, por donde muchas de ellas son indigestas y poco sanas; lo cual procede de ser la tierra muy húmeda y madurar casi todas ellas en tiempo de invierno".[8]

El criterio de los médicos españoles, con respecto a las frutas era predominante, así les atribuían todo tipo de males, como el caso de un médico español (cuya identidad es desconocida) a finales del siglo xvi y principios del xvii, para una señora que sufría de mal aliento recomendaba en la dieta "frutas ninguna o las menos y mejor que fuese posible".[10]

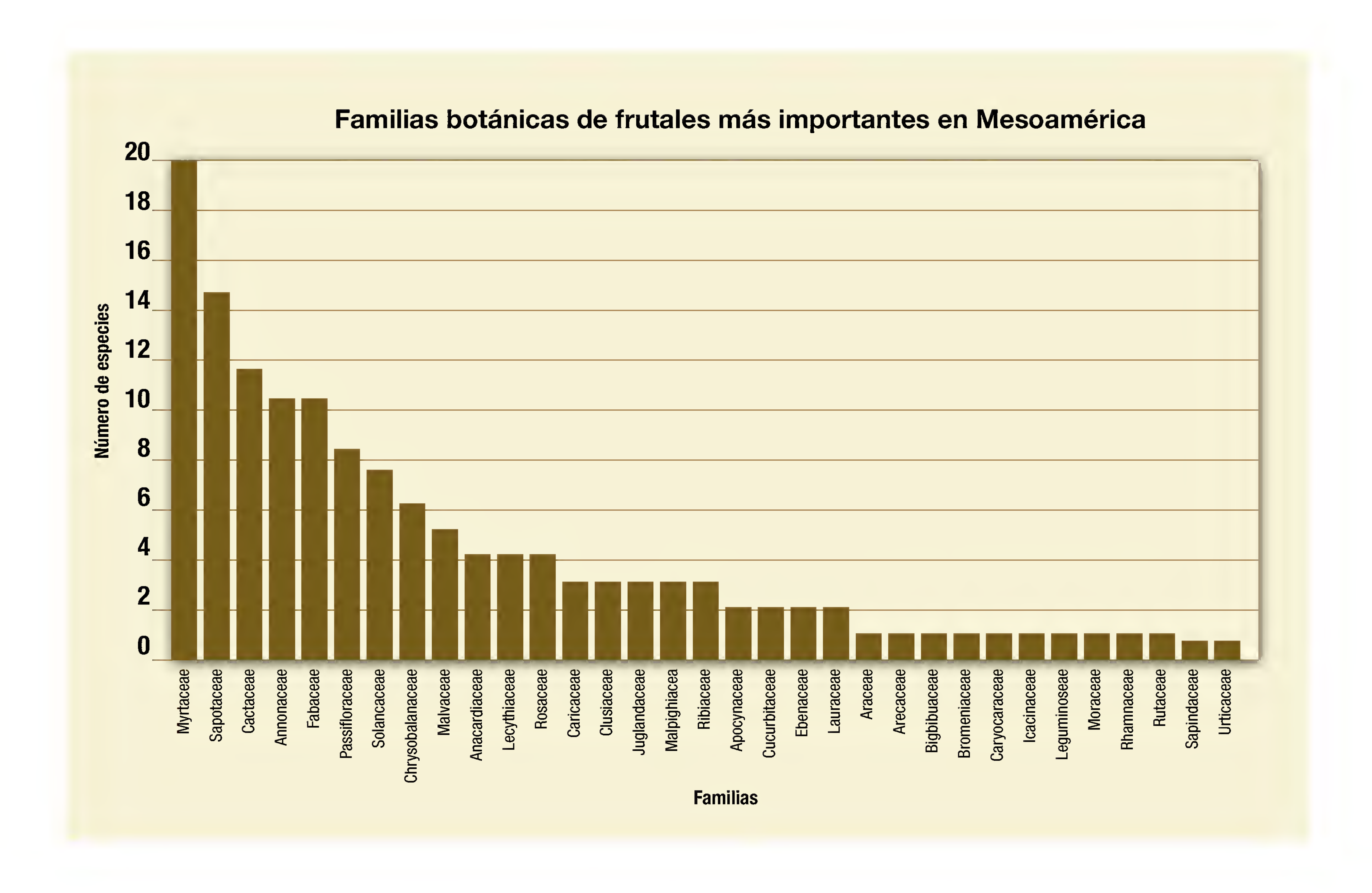



**Figura 1**. Gráfica de las familias botánicas de los frutales más importantes que se consideran nativos de Mesoamérica

Autor: Roldan González

Zapote chico, *Manilkara zapota*

Foto: © Ivonne Rodríguez

El rechazo y desinterés por las frutas tropicales adoptó varias formas: Hernán Cortés, en la cuarta carta de relación a Carlos V, solicitó que todo navío "trajera cierta cantidad de plantas y no pueda salir sin ellas, porque será mucha causa para la población y perpetuación de ella". En Guatemala, el religioso fray Juan de San José, de la orden de predicadores "sembró muchas frutas de Castilla como manzanas, higos, ciruelas y sobre todo parras, en Cunen, San Miguel y la Sierra [...] para tener alguna cosa de España con qué festejar religiosamente a un prelado o a un amigo"; lo nativo se dejaba de lado.[8]

De manera más general pero que sin duda afectó a los frutales nativos de Mesoamérica, está la restricción que hace Hernán Cortés a la población en 1524, por medio de la disposición número 8 que decía: "que siembren árboles y plantas de España o sufrirán la pena dicha".[11]

Sin embargo, pese al desdén que tenían los españoles sobre las frutas, poco a poco fueron reconociendo a aquellas cualidades benéficas y aún terapéuticas o de coadyuvantes en la curación de enfermedades, por ejemplo, en cuanto a la guanábana se dijo: "de esta fruta usan para curar las diarreas y calenturas; es muy fresca y sana; el jugo extraído toma el color y gusto de vino moscatel, pero se agria pronto".[8]

De igual manera, reconocidos hispanos como el agrónomo español, Gabriel Alonso de Herrera, al hablar de los árboles, abandona su tono expositivo y se entusiasma con las frutas: "En las fructas, placer, ver la frescura de las hojas, los colores y olores de diversas maneras de flores; la variedad de los sabores en la multitud de las fructuas; sobras en verano; músicas suavísimas de pajaritos que gorjean en los árboles; mil maneras de fructas que suceden unas a otras, unas para verdes; otras para verdes y secas. No quiero poner a relatar por entero las lindezas, los provechos de las arboledas y fructales".[12]

Por otro lado, también es importante mencionar la importancia de las órdenes religiosas españolas en cuanto al intercambio de técnicas de cultivo entre el Nuevo y Viejo Mundo. El encuentro entre estos dos mundos también se reflejó en los huertos y en los frutales, los conventos fueron centros de aclimatación de plantas europeas. El conocimiento andalusí-mozárabe fue traído a América por las órdenes religiosas, de los franciscanos (1523-1524), los dominicos (1526) y los agustinos (1533), reuniendo todo el conocimiento hispano-árabe, con el enorme saber que sobre las plantas, su uso y manejo se había desarrollado en Mesoamérica. En este sentido, la riqueza de frutales de México se incrementó con las especies introducidas durante la colonia por los españoles.[4]






Algunas de las frutas más importantes introducidas a Mesoamérica, manzanas (*Malus communis*), ciruelas extranjera (*Prunus domestica*) y peras (*Pyrus communis*).

Fotos: © Ivonne Rodríguez y Roldan González

Algunos de los frutos mesoamericanos más importantes, guanábana (*Annona muricata*), guayaba (*Psidium guajava*), mamey (*Pouteria sapota*), aguacate (*Persea americana*).

Fotos: © Ivonne Rodríguez

**Relaciones hispanas–americanas, intercambios, luchas y sincretismos**

El encuentro de los dos mundos (el viejo y el nuevo) trajo como consecuencia el intercambio de germoplasma más importante de la historia. Antes de este evento, sólo tres especies eran comunes en la agricultura del Viejo y del Nuevo Mundo: el camote, la calabaza y el coco. Actualmente se comparten varias especies de frutales y de plantas comestibles en general.[1]

Durante este encuentro, se observan dos procesos importantes: a) la introducción del ganado, que condujo a una explotación extensiva del suelo, cuyo efecto aún sufre gran parte de Mesoamérica, y b) la introducción de especies de exportación (caña de azúcar, índigo, café, banano, palma de aceite, etc.) que se establecieron talando bosques primarios o en terrenos agrícolas destinados a cultivos de subsistencia.[5, 13]

La introducción de plantas del viejo al nuevo continente se inició en 1493, a raíz del segundo viaje de Cristóbal Colón a tierras americanas. Sin embargo, el éxito de las introducciones dependió de dos factores fundamentales: por un lado, la capacidad de adaptación de las especies a nuevos ambientes, y por otro, su aceptación por los consumidores.[5]

Durante la colonización, la corona española realizó varios intentos para introducir cultivos a Mesoamérica, los cuales en su mayoría fracasaron, salvo la caña de azúcar por significar un estimulo económico importante. En este sentido, el mayor desplazamiento de cultivos parece haber tenido lugar en época moderna, especialmente a mediados del siglo XIX. Actualmente pueden existir en países mesoamericanos con fuerte influencia indígena enormes extensiones dedicadas a cultivos introducidos, pero la flora y cultivos nativos juegan un papel muy importante en la economía local, regional y aún en la internacional.[5, 14]



**Bibliografía**


1 León, J. 1992. "Los recursos fitogenéticos del Nuevo Mundo", en J.E. Hernández y J. León (eds.). *Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492*. fao. Roma, pp. 3-22.

2 Toledo, V.M., N. Barrera-Basols, E. García-Frápolli y P. Alarcon-Cháires. 2008. *Etnoecología de los mayas yucatecos*. México, Jitanjáfora Morelia Editorial. 53-62 pp.

3 Morales, F.J.M. 2004. "Jardines prehispánicos de México en las crónicas de Indias", en *Revista del Consejo Superior de Investigación Científica* 73: 351-373.

4 Amo del, S. y R. Trinidad. 2010. Los frutales mesoamericanos: un recurso desaprovechado. In. Lascurain, M.; Avendaño S.; Amo del, S. y Niembro A. (eds.) "Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz". México, conacyt, inecol.

5 Martínez, A. M., Paczka O. R. y Cruz L. 1992. "Repercusiones de la introducción de la flora del Viejo Mundo en América, y causas de la marginación de los cultivos", en J.E. Hernández y J. León (eds.). *Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492*. fao. Roma, pp. 23-33.

6 Colunga, P., M. del R. Ruenes y D. Zizumbo. 2003. "Domesticación de plantas en las tierras bajas mayas y recursos fitogenéticos disponibles en la actualidad", en P. Colunga y A. Larque (eds.). *Naturaleza y sociedad en el área maya. Pasado, presente y futuro*. Mérida, Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán.

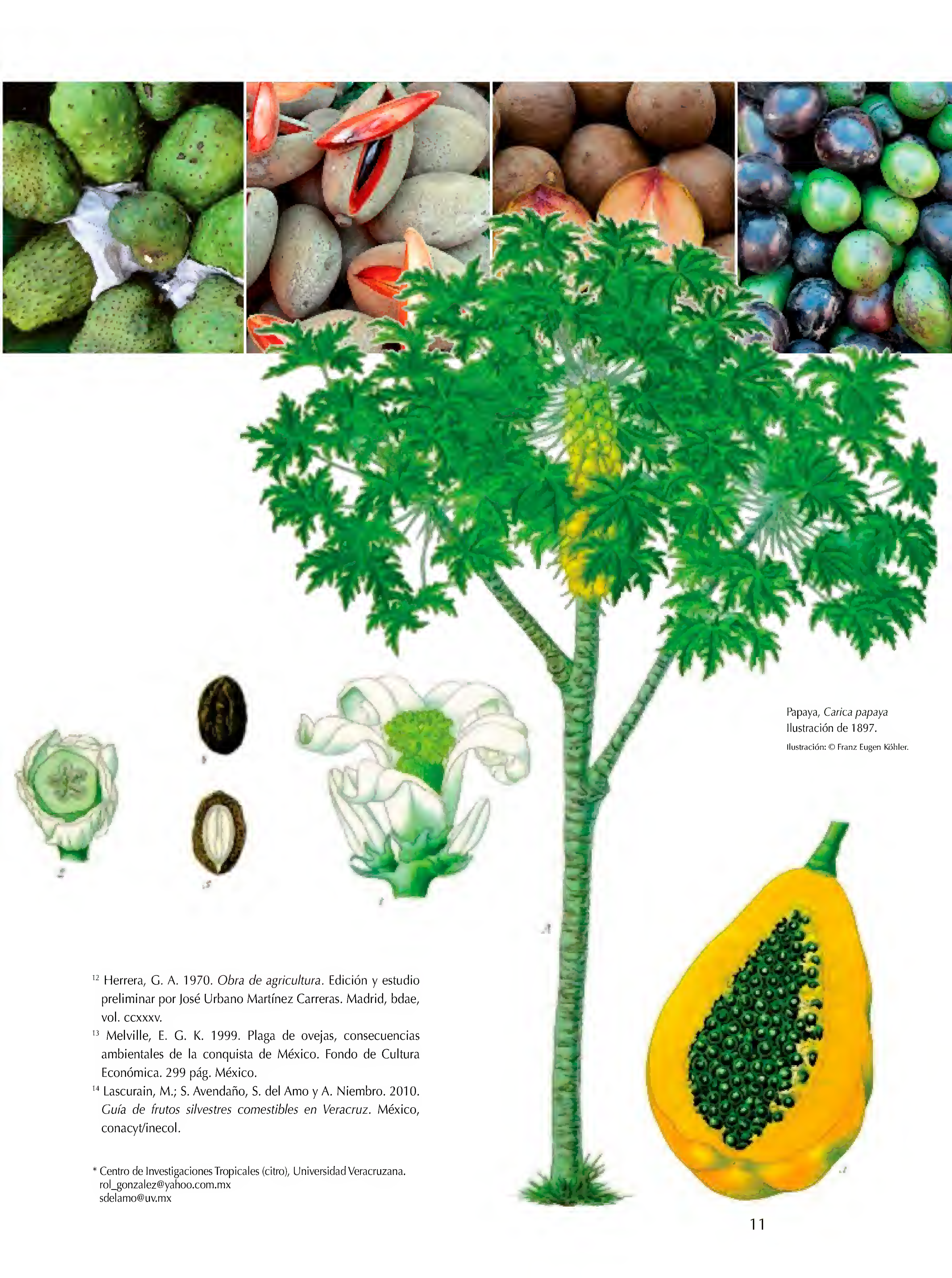
7 Longar, B. M. del P. 2004. *Frutos prohibidos. Pérdida de biodiversidad de especies frutales en México*. México, Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional.

8 Patiño, R.V.M. 2002. *Historia y dispersión de los frutales del neotrópico*. Cali, Centro Internacional de Agricultura tropical (ciat).

9 Sandoval, P. 1955. *Historia de la vida y hechos del emperador Carlos V*. Madrid, bdae, vols. lxxx, lxxxi y lxxxi.

10 Méndez, N.J. 1989. *Discursos medicinales*. Salamanca, Universidad de Salamanca, Junta de Castilla y León, Europa Artes Gráficas.

11 Alamán, L. 1844 [1991]. *Disertaciones sobre la historia de la República Mexicana, desde la época de la conquista que los españoles hicieron a finales del siglo xv y principios del xvi, de las islas y el continente Americano, hasta la independencia*. México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.



Papaya, *Carica papaya*
Ilustración de 1897.
Ilustración: © Franz Eugen Köhler.

[12] Herrera, G. A. 1970. *Obra de agricultura*. Edición y estudio preliminar por José Urbano Martínez Carreras. Madrid, bdae, vol. ccxxxv.

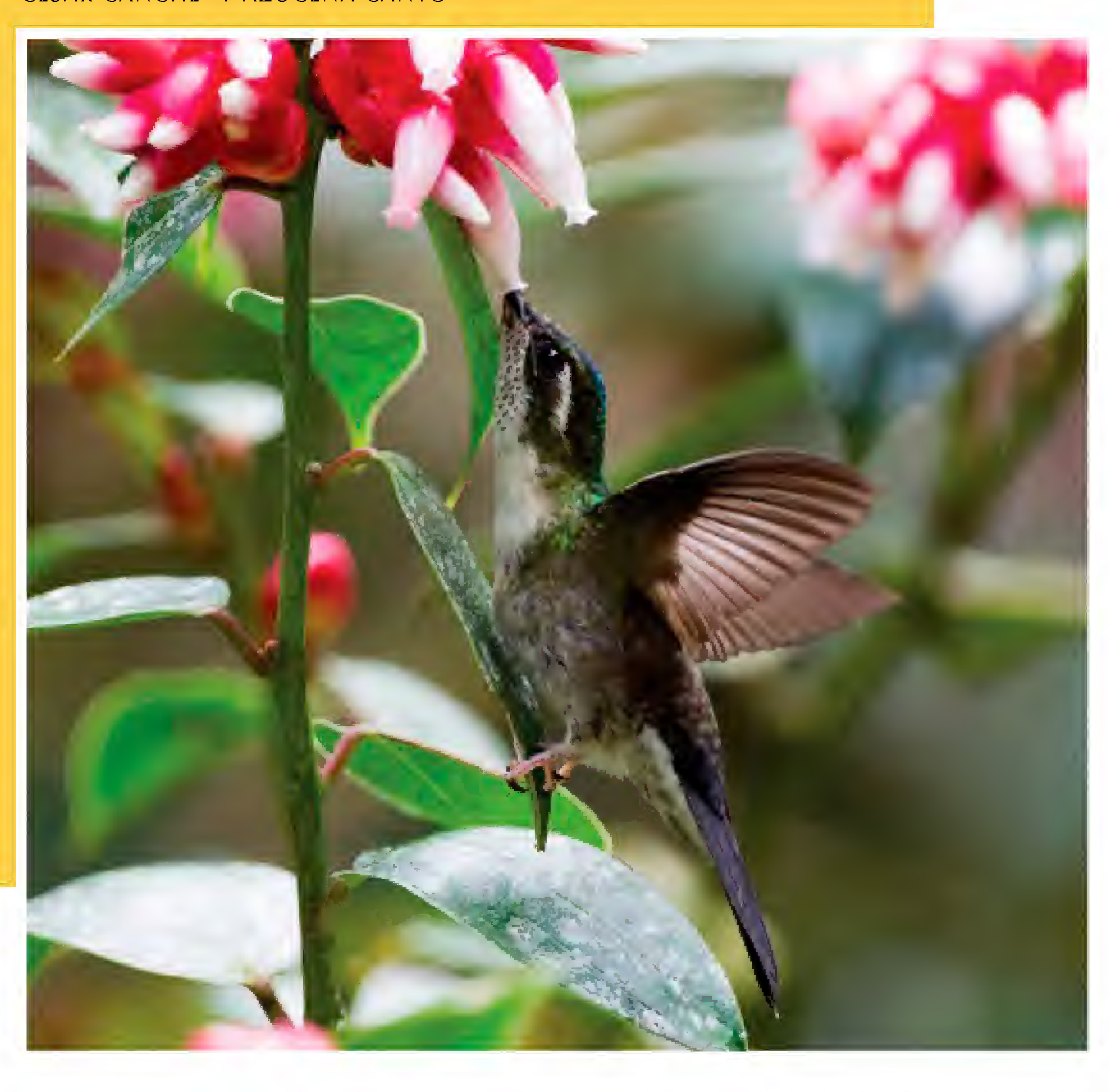
[13] Melville, E. G. K. 1999. Plaga de ovejas, consecuencias ambientales de la conquista de México. Fondo de Cultura Económica. 299 pág. México.

[14] Lascurain, M.; S. Avendaño, S. del Amo y A. Niembro. 2010. *Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz*. México, conacyt/inecol.

* Centro de Investigaciones Tropicales (citro), Universidad Veracruzana.
rol_gonzalez@yahoo.com.mx
sdelamo@uv.mx

Una aventura
# EN EL NÉCTAR DE LAS FLORES

CÉSAR CANCHÉ* Y AZUCENA CANTO*



Colibrí (*Lampornis viridipallens*) visitando una flor de Ericaceae.
Foto: © Fulvio Eccardi

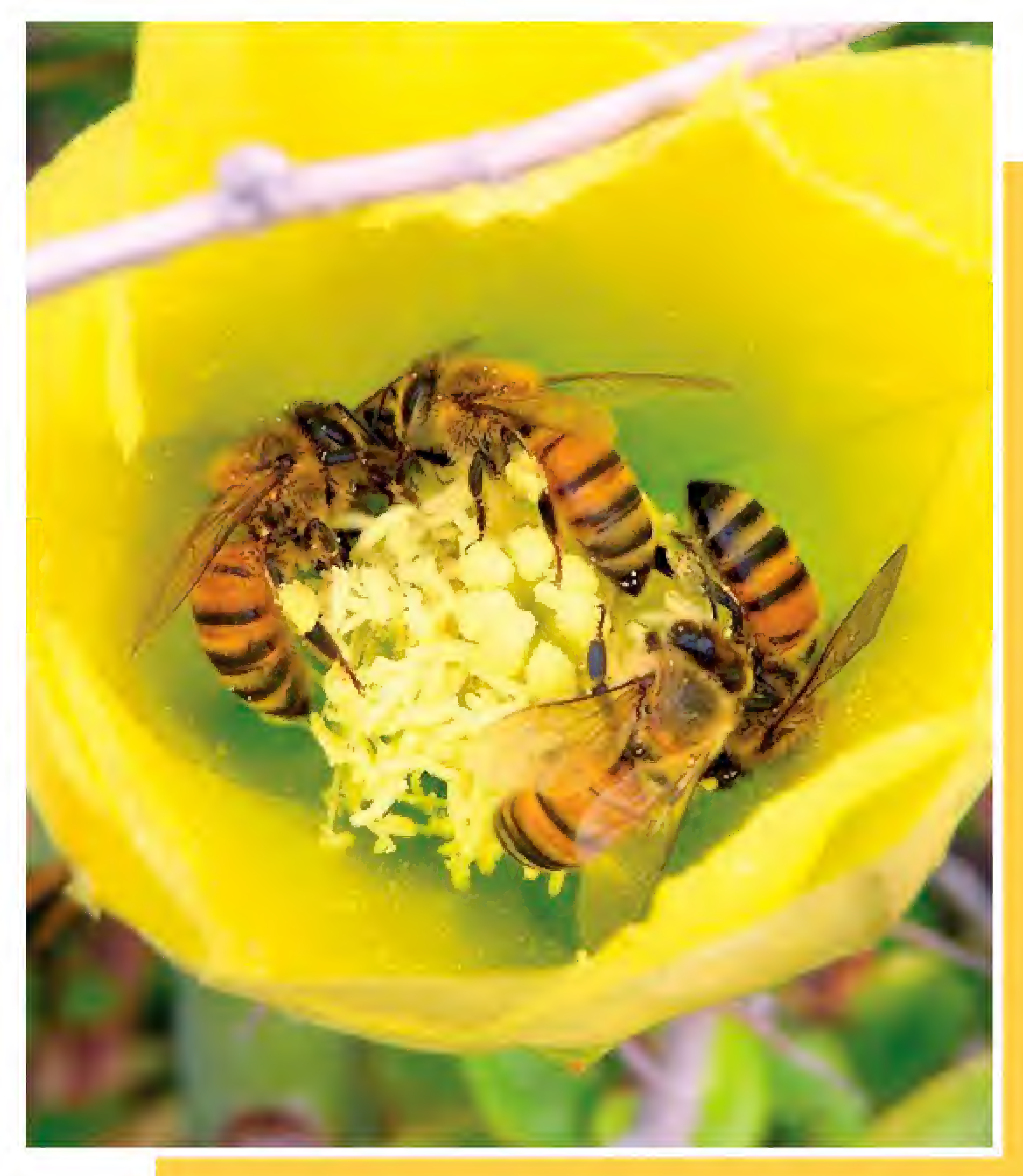
Muchos hemos visto a una mariposa posarse sobre una flor, un colibrí volar alrededor de ella, o con frecuencia diversos tipos de abejas pasando de flor en flor. Estos animales las visitan por una sencilla razón: buscar alimento. No obstante, no son los únicos, esta necesidad también la experimentan diversos organismos microscópicos como las levaduras. Esta búsqueda de alimento en las flores tiene especial interés en la ecología (estudio de interacciones biológicas), ya que permite que se establezcan relaciones entre flores, levaduras y los visitantes florales, que hasta ahora permanecen poco estudiadas. De esta manera, las flores son el lugar donde la aventura entre el mundo macroscópico y microscópico transcurre día a día sin que nosotros podamos, aparentemente, percibir.

**Añejas amistades: flor-polinizador**

En la naturaleza, la relación entre dos organismos donde cada uno recibe un beneficio se conoce como mutualismo; uno de los ejemplos clásicos ocurre entre flores y polinizadores. Las flores son visitadas por aves, insectos, murciélagos e incluso monos y roedores, porque ahí se producen dos fuentes de alimento: el néctar y el polen. Ambos recursos se han nombrado como "recompensas florales" y son consumidos por diversos organismos cuando visitan las flores, realizándose el transporte del polen (gametos masculinos) hasta la parte sexual femenina de las flores (estigma). Este proceso se conoce como polinización y es vital para la reproducción sexual de las plantas, ya que al ser organismos sésiles no pueden transportar sus gametos por sí mismos. De esta

forma, los animales polinizadores asumen un papel importante en la naturaleza, ya que contribuyen a la reproducción entre plantas recibiendo a cambio alimento. También existen algunas plantas que no necesitan de otros organismos, sino que su polinización se realiza por medio del agua y el viento.

Aunque el polen ofrece aminoácidos y grasas que son consumidos por los polinizadores, al parecer la búsqueda de néctar es la principal razón de su visita a las flores y se cree que esta recompensa floral es el punto alrededor del cual gira la relación flor-polinizador. Tan estrecho es el vínculo, que a lo largo de millones de años, en ciertas plantas se han "desarrollado" tipos particulares de néctar que atraen polinizadores específicos que realizan exitosamente la polinización. Como ejemplos tenemos a las flores visitadas por colibríes, las cuales producen un néctar diluido que contiene un bajo porcentaje de sacarosa y mayor proporción de agua; mientras que el néctar de las flores que visitan las abejas tienen una mínima cantidad de agua, y mayor cantidad de los azúcares fructosa y glucosa. Esta mutua y añeja adaptación, en donde la planta recibe la visita del polinizador requerido y éste encuentra el alimento deseado, es un claro ejemplo de coevolución.



Polinización de *Opuntia stricta* por individuos de *Apis mellifera*.

Foto: © Ricardo Gaumer



Dos individuos de *Apis mellifera* recolectando polen y néctar de una flor de Cactaceae.
Foto: © Fulvio Eccardi

**Néctar: oasis de azúcar**

A diferencia del polen, el néctar literalmente es un oasis de azúcar y como buen oasis se compone básicamente de agua, acompañada de tres azúcares predominantes: glucosa, fructosa y sacarosa; por lo tanto, es una fuente de hidratación rica en carbohidratos. No obstante, su composición también incluye pequeñas cantidades de algunos aminoácidos, proteínas, grasas y minerales, que hacen de éste un suplemento alimenticio natural. Si bien la composición básica de azúcares no varía, la proporción sí lo hace entre las diferentes especies de plantas; por ejemplo, el néctar del arbusto coloradillo (*Hamelia patens*; en maya: *K´anan*) que crece naturalmente en la península de Yucatán, contiene aproximadamente 74% de sacarosa, 15% de fructosa y 11% de glucosa; por el contrario, del árbol conocido como bucare (*Erythrina poeppigiana*) que crece en Costa Rica tiene una relación de azúcares inversa a la de la planta mexicana: 1% de sacarosa, 45% de fructosa y 54% de glucosa.

Para saber dónde se encuentra el néctar basta con mirar a las abejas o a los colibríes al momento de visitar las flores: éstos se mueven al interior de ellas o introducen su larga lengua, respectivamente. El comportamiento anterior sugiere que el néctar se encuentra dentro de las flores y es verdad, pero también puede situarse al exterior de ellas. En las plantas, los órganos especializados en producir néctar se conocen como nectarios y pueden ser florales o extraflorales. Ejemplos de secreción extrafloral de néctar ocurren en la planta conocida como achiote (*Bixa orellana*), donde el fluido azucarado aparece en los nodos, que son las regiones de inserción de las flores a las ramas; esto ocurre, asimismo, en la popular flor de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*).

**Amistades poco conocidas: flor-levaduras**

Los nutrimentos encontrados en las flores, en especial aquellos presentes en el néctar, son un banquete nada despreciable para muchos animales; tampoco lo serían para los humanos si existieran en grandes volúmenes.

Se cree que los únicos visitantes de las flores son los animales, sin embargo, tal idea esta lejos de ser así.

Mariposa (*Heliconius* sp.) tomando néctar de una flor.
Foto: © Fulvio Eccardi

Desde hace años existe evidencia de que el néctar aloja seres vivos que por su tamaño microscópico no son visibles a simple vista y es necesario el uso de un microscopio para observarlos. Un grupo de estos microorganismos son los hongos unicelulares conocidos como levaduras, los cuales, como todo ser vivo, necesitan energía y se caracterizan por consumir una gran variedad de azúcares. Se ha observado que las levaduras presentes en el néctar pueden devorarse parcial o totalmente los azúcares existentes, dejando sin alimento a los posteriores visitantes. Lo anterior lleva a hacernos la siguiente pregunta: ¿si este oasis de azúcar permite la atracción de los polinizadores, qué consecuencias trae su degradación microbiana a la relación flor-polinizador? Esta y otras preguntas relacionadas aún no se responden y han comenzado a estudiarse recientemente.

Algo que empieza a aclararse es la manera en que estos hongos microscópicos llegan al néctar. Descubrimientos recientes sugieren que las levaduras viajan de flor en flor justo como lo hace el polen, esto es, adheridos al cuerpo de los polinizadores. Este fenómeno se ha observado principalmente en abejorros, y en particular en la región bucal de los insectos.

Otra posible relación entre flores y levaduras que los científicos han estudiado es que el aroma que percibimos en las flores resulta de la combinación de compuestos aromáticos producidos por las plantas y por estos hongos unicelulares. No debemos olvidar que el aroma es un medio por el cual los animales son



*Cryptococcus liquefaciens* (400X), levadura aislada del árbol melífero *Piscidia piscipula* (Fabaceae).



*Piscidia piscipula* (nombre maya: jabín), árbol que es una importante fuente de néctar para la producción de miel en Yucatán.

atraídos hacia las flores; esto es común entre animales nocturnos como polillas y murciélagos y ciertas flores de cactáceas. Lo anterior abre la puerta a un área interesante de investigación en ecología química.

Si bien las levaduras parecen seres abusivos que se alimentan del néctar sin aportar nada al proceso de polinización, sus verdaderos impactos hacia los polinizadores y las plantas con flor aún son un campo de reciente exploración, en donde existen muchas preguntas por resolverse.

En la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán, se ha comenzado el estudio de levaduras en el néctar de las flores, y una de las primeras misiones ha sido confirmar su presencia en plantas nativas de la región, determinar su identidad, analizar sus características morfológicas y, sobre todo, su impacto en los azúcares del néctar de plantas melíferas locales (plantas de interés económico en la apicultura debido a su floración, abundancia, características del néctar, etc.). Asimismo, se ha iniciado el estudio de estos hongos unicelulares en la miel de la abeja nativa sin aguijón *Melipona beecheii*.

La flor ha resultado ser el lugar común donde se entrelazan la historia natural y la evolución de organismos tan diferentes en su origen y biología, que difícilmente los hubiésemos imaginado tan juntos y en interacción tan estrecha.

**Agradecimientos**

Este manuscrito nace del curso de Comunicación de la Ciencia 2011, impartido en el programa de posgrado del Centro de Investigación Científica de Yucatán. Agradecemos sinceramente la participación de los compañeros y de los profesores-coordinadores en la revisión y edición del escrito a lo largo del curso. Asimismo, damos gracias a Filogonio May, Waldemar Santamaría y Paulino Simá por su ayuda en la identificación de las fotografías.

**Bibliografía**

Bentley, B.L. 1977. "The Protective Functions of Ants Visiting the Extrafloral Nectaries of *Bixa orellana* (Bixaceae)", en *Journal of Ecology* 65 (1): 27-38.

Brandenburg, A., A. Dell' Olivo, R. Bshary y C. Kuhlemeier. 2009. "The Sweetest Thing. Advances in Nectar Research", en *Current Opinion in Plant Biology* 12: 486-490.

Brysch-Herzberg, M. 2004. "Ecology of Yeasts in Plant–bumblebee Mutualism in Central Europe", en *fems Microbiology Ecology* 50: 87-100.

Canto, A., C. M. Herrera, M. Medrano, R. Pérez e I. García. 2008. "Pollinator Foraging Modifies Nectar Sugar Composition in *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae): An Experimental Test", en *American Journal of Botany* 95(3): 315-320.

Domínguez, C.A. y L. E. Eguiarte. 2006. "El desamor entre las plantas", en *Biodiversitas* 64: 10-15.

Herrera, C. M. 2008. "Ladrones florales invisibles (un homenaje a Leeuwenhoek)", en *Quercus* 269: 7-8.

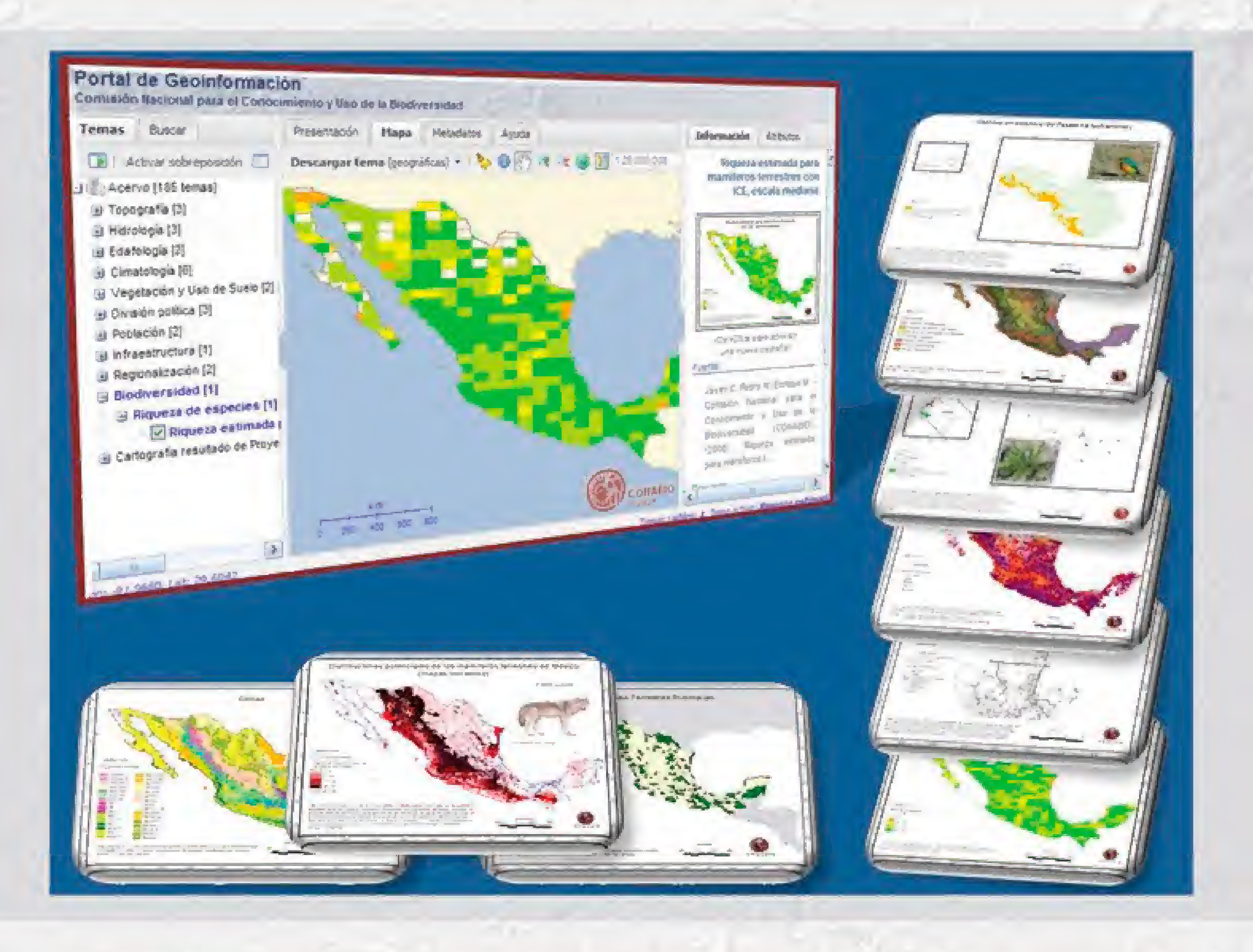
Herrera, C.M., I.M. García y R. Pérez. 2008. "Invisible Floral Larcenies: Microbial Communities Degrade Floral Nectar of Bumble Bee-pollinated Plants", en *Ecology* 89(9): 2369-2376.

Ling So, May. 2004. "The Occurrence of Extrafloral Nectaries in Hong Kong Plants", en *Botanical Bulletin of Academia of Sinica* 45: 237-245.

Nicolson, S.W. 1998. "The Importance of Osmosis in Nectar Secretion and its Consumption by Insects", en *American Zoologist* 38: 418-425.

[1] Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
cancolli@cicy.mx
azucanto@cicy.mx

# Portal de Geoinformación
# Mapoteca digital




Su **objetivo** es facilitar el acceso a la información geográfica.

## Recursos

- Actualmente cuenta con más de tres mil mapas digitales de libre acceso que se pueden obtener en diferentes formatos.
- Exploración del acervo por temas como topografía, hidrología, climatología, vegetación, división política
- Visualización y superposición de mapas seleccionados, con despliegue en diferentes escalas.
- Documentación completa de los mapas a través de metadatos.

**Consúltalo en:** http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

La Biblioteca Vasconcelos

y

la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

te invitan a la

# 2ª SEMANA DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

*arte con ciencia*

Del 27 de agosto al 1 de septiembre de 2012 ~ Biblioteca Vasconcelos



## Conferencias sobre biodiversidad

Expertos en biodiversidad impartirán conferencias de temas de interés para todo público.

Conferencias sobre ilustración, fotografía y documentales

## Exposiciones

Ilustración- Piedra, piel, papel y pixel: ilustración técnica y científica en la historia natural de México

Fotografía- Murciélagos: secretos al descubierto

## Espectáculos culturales:

Musical- El país de las maravillas (público infantil)

Concierto- Aguadiosa (público general)

Te esperamos en:

**Biblioteca Vasconcelos**

Eje 1 norte s/n esq. Aldama, Col. Buenavista, Del. Cuauhtémoc, Distrito Federal

(Estación Buenavista del Metrobús)

**ENTRADA LIBRE**







Consulta los horarios de las actividades de la **2a. Semana de la diversidad biológica** y de otros eventos y exposiciones en:

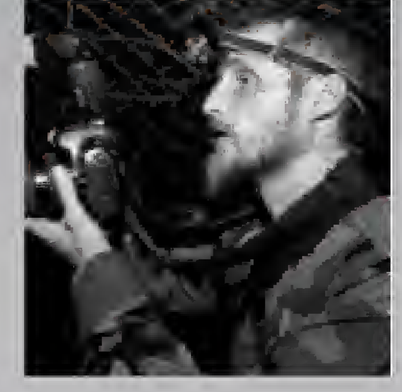
http://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/eventos.html




**El sitio que promueve la afición por la fotografía de la naturaleza, da a conocer en este espacio la imagen ganadora del mes de diciembre de 2011 y a su autor.**



**¡Tú también puedes participar! Visita**
**www.mosaiconatura.net**



**Nombre:** Pablo Casacuevas

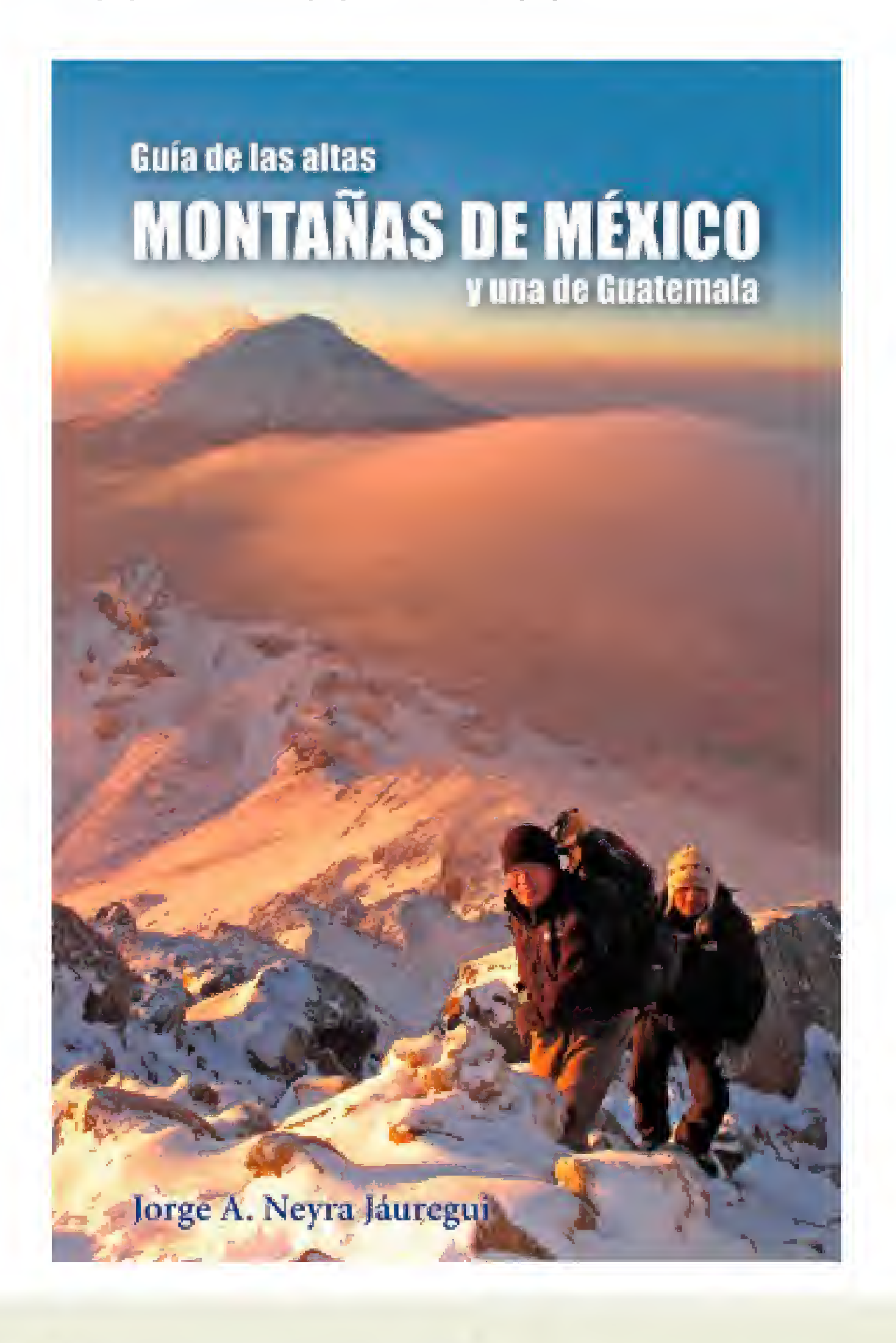
**Trayectoria profesional:** Nació en el Distrito Federal en 1979. Cursó sus estudios básicos en Ciudad Victoria, Tamaulipas y en 1996 regresó a la Ciudad de México para su formación profesional en el campo de la fotografía. De 1998 a 2000 estudió cine en el Centro Universitario de Estudios Cinematográficos de la unam. En 2001 fundó con otros cuatro fotógrafos la agencia de fotografía Lente 30-30. Su trabajo se centra en la fotografía documental: desde la fotografía callejera hasta la de naturaleza pasando por arquitectura, construcción, artes escénicas y fotorreportaje. En 2009 Pablo Casacuevas obtuvo la beca "Jóvenes Creadores" del Fondo Nacional para la Cultura y las Artes por el documental *Los hijos de la Revolución*. Ha participado en exposiciones colectivas e individuales en algunos estados del país, así como en España y China. Fue ganador del segundo lugar del concurso de National Geographic "Enmarcando la Vida". Actualmente trabaja como fotógrafo especializado para el Gobierno de Tamaulipas.

Contacto: http://casacuevas.blogspot.com

## *Guía de las altas montañas de México y una de Guatemala*

Esta guía busca contribuir y ampliar el conocimiento de las doce montañas más elevadas del país y una guatemalteca que se cuentan entre las trece cimas en las cuales hay evidencias de glaciaciones ocurridas sobre todo en los últimos 25 mil años. Todas estas montañas son volcanes gigantes que han tenido lapsos de erupciones explosivas intercalados con otros de calma o aparente quietud y se ha descubierto que son de periodo eruptivo largo y por ello no se pueden considerar extintos, al menos no la mayoría de ellos. El conocimiento de la historia eruptiva de estos volcanes se incrementó a raíz de la crisis de actividad del Popocatépetl en los años noventa del siglo pasado.

El volumen trata aspectos relevantes tales como el de arqueología e historia con un sesgo hacia la historia natural (con énfasis geológico y biológico) de las cumbres en cuestión. Incluye, asimismo, aspectos de ecosistemas, conservación e impactos, flora y fauna, poco atendidos o divulgados entre la comunidad de montañistas de México. Da a conocer datos y cifras resultado de la compilación de información que ha sido publicada en artículos científicos especializados generada por investigadores en su mayor parte mexicanos.






La misión de la conabio es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de conabio a través de Twitter y Facebook






*Biodiversitas* es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la conabio. El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor. Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

editor responsable: Fulvio Eccardi Ambrosi
diseño: Renato Flores
cuidado de la edición: Adriana Cataño y Leticia Mendoza
producción: Gaia Editores, S.A. de C.V.
impresión: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
**comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad**
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos